



海南省地方计量技术规范

JJF(琼)003—2024

电动汽车充电设施计量性能在线评价 技术规范（试行）

Technical Specification for Online Evaluation of Metrological Performance of
Electric Vehicle Supply Equipment
(for Trial Implementation)

2024-12-12发布

2024-12-30实施

海南省市场监督管理局 发布

电动汽车充电设施计量性能 在线评价技术规范（试行）

Technical Specification for Online Monitoring of
Metrological Performance of Electric Vehicle
Supply Equipment (for Trial Implementation)

JJF(琼)003—2024

归口单位：海南省计量技术委员会

起草单位：海南省检验检测研究院

中国计量科学研究院

海南省新能源汽车促进中心

海南省海南省充换电一张网服务有限责任公司

海南电网有限责任公司电能计量中心

本规范由海南省计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

邵海明（中国计量科学研究院）

黄洪涛（中国计量科学研究院）

莫淑琴（海南省检验检测研究院）

刘志波（海南省检验检测研究院）

参加起草人：

钟 东（海南省新能源汽车促进中心）

符祥壮（海南省充换电网一张网公司）

陈龙瑾（海南电网有限责任公司电能计量中心）

吴毓炜（海南省检验检测研究院）

许德永（海南省检验检测研究院）

张艳华（海南省检验检测研究院）

肖子尚（中国计量科学研究院）

郭国柱（海南省新能源汽车促进中心）

目录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
4 概述	3
5 计量特性	3
5.1 在线计算的运行误差	3
5.2 抽样现场检定允许误差限值	3
6 运行误差在线计算条件	4
6.1 充电设施计量性能在线评价平台功能和在线计算的可算性要求	4
6.2 充电站总电表	4
6.3 检定和检测条件	4
7 充电设施运行误差在线计算	4
7.1 计算模型	4
7.2 在线计算结果的不确定度评定	5
7.3 在线计算结果的分类	5
8 基于在线计算结果的抽样核查	6
8.1 通用要求	6
8.2 抽样核查流程	6
8.3 充电设施批的形成	6
8.4 抽样方案	6
8.5 抽样核查	7
8.6 批统计和合格判定	7
9 充电设施计量性能在线评价的结果表达	7
10 充电设施计量性能在线评价的周期	8
附录A 在线计算数据要求清单	9
附录B 充电站不可算原因	12
附录C 充电设施运行误差在线计算分析示例	13
附录D 误差不确定度的评定示例	15

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2018《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

电动汽车充电设施计量性能在线评价技术规范 (试行)

1 范围

本规范规定了电动汽车充电设施计量性能在线评价条件、方法和结果表达等方面的技术要求。

本规范适用于海南省区域内对社会开放运营的电动汽车公共充电设施计量性能在线评价。

2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJG 1148 电动汽车交流充电桩

JJG 1149 电动汽车非车载充电机

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 10111-2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

GB/T 18487.1-2023 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求

GB/T 27930-2023 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议

GB/T 32960-2016 电动汽车远程服务与管理系统技术规范

T/CEC 102.2-2016 电动汽车充换电服务信息交换 第2部分：公共信息交换规范

OIML G 22 电动汽车充电设施，Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

JJF 1001、GB/T 2828.1、GB/T 18487.1 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 电动汽车公共充电设施 public EVSE

在独立地块、社会公共停车场、商业建筑物配建停车场、加油（气）站、高速公路和普通国省干道服务区、交通枢纽等区域规划建设，向社会开放、为各类新能源汽车提供充电服务的经营性充电设施，包括电动汽车交流充电桩、电动汽车非车载充电机，简称充电设施或EVSE。

3.2 电能计量单元 electric energy metering unit

安装在充电设施内部，用于电压、电流采集及电能计量的软硬件部件或表计。

3.3 运行误差 operating error

充电设施在充电运行现场实际条件下一段时期内电能计量误差的统计值。

3.4 电动汽车充电运营商 EVSE operator

通过电动汽车公用充电设施向社会提供有偿充电服务的法人及非法人组织，以下简称充电运营商。

3.5 充电设施运营服务平台 EVSE operation and service platform

对充电设施集中监控和管理，提供充电服务、交易结算等业务和服务，实时监控充电设施运行状况、收集充电设施运营数据的互联网信息平台。

3.6 充电站用电信息采集系统 charging station user electric energy data acquire system

专变充电站、低压充电站的总电量信息采集、监测、控制、存储、统计分析和发布的综合管理计算机系统。通常可以是（配电网）自动化系统主站。

3.7 充电设施批 EVSE lot

为实施统计抽样而汇总起来的充电设施全体。通常是同一区域、同一运营机构下，具有相似计量特性的充电设施的组合，特殊情况下也可以是不同充电设施运营商的小批量的组合，简称混合批。

3.8 充电设施计量性能在线评价 online evaluation of metrological performance of EVSE

利用先进传感测量技术、互联网数据通信和存储技术等采集电动汽车充电设施充电计量相关数据和充电站计量运营数据等，通过建立充电大数据分析模型，获得充电设施电能计量运行误差及相关信息；进一步采取抽样现场检定和（或）数据仿真检验，验证和反馈迭代大数据分析模型，实现对大规模充电设施计量性能经济化计量和动态持续监督。

3.9 充电设施计量性能在线评价平台 online evaluation platform of metrological performance of EVSE

对电动汽车公用充电设施计量性能进行集中监测和监督，实现充电设施全生命周期数字化计量和监控的管理平台。通过统一信息通信接口，接收充电设施运营服务平台、（充电站电能）计量自动化系统（主站）、电动汽车电池管理系统BMS充电数据等信息，进行大数据模型分析、抽查检定等综合验证，全面持续监测充电设施计量性能运行状况。

3.10 计量（性能）确认 metrological performance confirmation

通过审核充电设施的检定证书/检测报告中计量性能，包括出厂检测、首次和周期检定、抽样检定、以及大数据分析在线计算等，将相关计量性能、数据、结论等信息录入充电设施计量性能在线评价平台，供充电设施计量性能评价模型迭代使用，输出充电设施计量性能在线评价报告。

3.11 计算周期 calculation period

充电设施计量性能在线评价平台依据采集的充电数据和模型算法，对充电设施计量性能进行计算和分析的时间间隔，以及时识别误差超差和异常充电行为。

4 概述

充电设施计量性能在线评价方法是采用“互联网+大数据分析+抽样核查+计量确认”的多模式综合计量技术方案，实现对大规模电动汽车充电设施电能计量运行误差的经济化、持续化监测和动态监督，系统框图如图1。

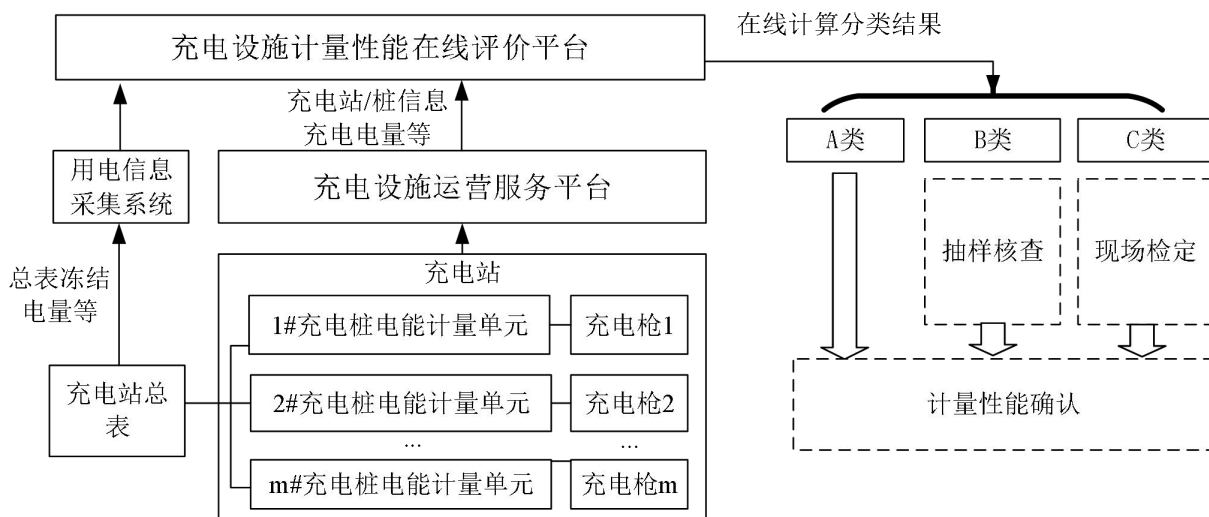


图1 充电设施计量性能在线评价系统框图

首先，充电设施计量性能在线评价平台协同充电站用电信息采集系统提供运营企业的充电站总表数据、充电设施运营服务平台提供的充电设施计量数据，以及电动汽车电池管理系统BMS数据等，通过大数据建模分析，在线计算充电设施运行误差；其次，基于在线计算结果和运营数据，对充电设施分类及抽样和现场检定核查，经计量性能确认给在线评价平台反馈和迭代，实现对充电设施的计量性能超差识别和充电异常动态监督。

5 计量特性

5.1 运行误差

充电设施在线监测运行误差限通常应不超过 $\pm 3\%$ 。

5.2 抽样现场检定允许误差限值

充电设施抽样现场检定允许误差极限应满足表1的规定。

表1 充电设施抽样现场检定最大允许误差限值

准确度等级	1级	2级

限值 (%)	±1.0	±2.0
--------	------	------

6 运行误差在线计算条件

6.1 充电设施计量性能在线评价平台功能和在线计算的可算性要求

- a) 采用适当的数据传输链路定期接收相关平台提供的充电站总电表数据、充电设施计量数据等，对数据进行存储、清洗、分析、计算和分类处理，定期形成在线监测分析报告。
 - b) 具有数据防篡改、防丢失功能，保存三年以上备查。
 - c) 充电设施运营数据应满足T/CEC 102.2-2016要求，数据接入协议见附录A。
 - d) 平台应通过用电信息采集系统建立充电站、总表户号、变压器档案和综合倍率的对应关系；宜采集总表15分钟/次、一天96点电压、电流、功率、功率因数、电量等冻结数据。
 - e) 充电设施一般应具备运行3个月以上，充电站中总充电订单数据不少于 $m \times 90$ 个（ m 为站内充电设施（枪）总数量），或1个月以上的充电过程高频（不低于1分钟/次）数据。
 - f) 充电站内非充电用电负荷，如空调、照明等，宜单独计量，并上传数据。
- 充电设施运行误差不可在线计算的常见原因见附录B。

6.2 充电站总电表

在线监测和采集充电站电量信息的总电表，准确度等级需满足表2要求。

表2 充电站总表的准确度等级

充电站总表准确度等级	0.5S级或1级*
注：	
1. 充电站总表综合倍率 ≥ 1000 时，宜采用4位小数电能表和/或高供低计方式。	
2. *可使用修正值。	

6.3 检定和检测条件

充电设施的现场检定、抽样检定和出厂检测的检定项目、标准器、环境条件、测量方法和合格判定等，应满足JJG 1148和JJG 1149要求。

7 充电设施运行误差在线计算

7.1 计算模型

充电设施计量性能在线计算采用基于能量守恒原理的运行误差计算模型。

1) 在线评价平台通过用电信息采集系统获取A充电站总表用电数据，通过充电设施运营服务平台获取A充电站内各充电设施充电订单数据，以及电能计量单元的充电过程数据。

2) 建立能量守恒方程，即“充电站总供电量”=“所有充电设施实际用电量之和”+“线路损耗”+“站内固定损耗”+“站内其他设备用电量”，计算公式如式(1)所示：

$$E_y = \sum_{j=1}^m \frac{E_j}{\eta(1+\gamma_j)} + E_u + E_0 + E_{in} \quad (1)$$

式中：

E_y ——充电站总表供电量，kWh；

m ——充电站内充电设施（枪）总数量。

E_j ——各充电设施充电电能，kWh；

η ——充电设施的转换效率，交流充电桩为1；

γ_j ——各充电设施（枪）的运行误差；

E_u ——线路损耗，kWh；

E_0 ——站内固损，为充电设施的显示屏等用电量，kWh；

E_{in} ——站内其他设备用电量，kWh；

以充电站总表作标准器，计算充电站内各充电设施的运行误差，通过采集充电数据构成不少于 $(m+2)$ 个方程的方程组，求解方程组可得到各充电设施的运行误差 γ_j 。

在线计算分析示例见附录C。

7.2 在线计算结果的不确定度评定

在线计算应对结果进行不确定度评定。

不确定度评定示例见附录D。

7.3 在线计算结果的分类

根据在线计算获得的运行误差及不确定度，将充电站和充电设施分类，见表3。分类方法还应综合考虑充电站和充电设施的活跃度、年用电量等因素。

表3 在线评价分类

类别	运行误差 γ 和不确定度 U	应对措施
A	$ \gamma \leq 2\%$ 且 $U \leq 2\%$	合格可信度高，可计量性能确认
B	$2\% < \gamma \leq 3\%$ 且 $U \leq 3\%$ ， 或 $ \gamma \leq 2\%$ 且 $2\% < U \leq 3\%$	结果待定，需结合抽样或现场检定核查
C	$ \gamma > 3\%$ 或 $U > 3\%$	不合格预警，需要现场检定核查

D	不可算或未接入平台的充电设施	现场逐台检定
---	----------------	--------

8 基于在线计算结果的抽样核查

8.1 通用要求

充电设施可采用接收质量限 (AQL) 为1.0、1.5、2.5的抽样方案进行核查, 选定AQL后一般不再调整, 但检验水平可以动态调整。

8.2 抽样核查流程

- a) 确定充电设施批;
- b) 制定抽样方案, 确定抽检及备检的样本量;
- c) 选定站点及样本进行抽样;
- d) 对抽样样本进行检定并将检定结果录入在线评价平台;
- e) 判定样本的检定结果;
- f) 判定充电设施批结果。

8.3 充电设施批的形成

根据在线评价结果, 首先将充电设施分为A、B、C、D类, 进而按照批的定义形成批。通常情况下, C、D类不宜抽样。

8.4 抽样方案

适合于B类的充电设施的抽样核查。

采用一次抽样, 检验水平S-4, AQL为2.5的抽样方案见表4。

选取抽样样本量的20% (≥ 1) 作为备样样本量。

表4 抽样方案

序号	批量N (单位: 枪)	样本量n (单位: 枪)	接收数Ac	拒收数Re
1	2~15	2	0	1
2	16~25	3	0	1
3	26~90	5	0	1
4	91~150	8	0	1
5	151~500	13	1	2
6	501~1200	20	1	2
7	1201~10000	32	2	3

注:

1. 根据批量和检验水平, 查GB/T 2828.1-2012的表 1 得到样本量字码; 根据样本量字码和AQL, 查GB/T 2828.1-2012的表 2 -A (正常检验一次抽样方案表), 得到样本量 n 、接收数 A_c 和拒收数 R_e 。

8.5 抽样核查

样本的抽取应遵循随机原则。依据GB/T 10111 中简单随机抽样的方法, 进行样本的选取。随机抽样的样本序号可以采用随机数表法、随机数骰子法、扑克牌法等方法产生。

选定充电设施抽检样本后, 对样本(枪)按照JJG 1148和JJG 1149逐一现场检定, 并进行合格性判定, 根据检定结果进行枪的计量性能确认。

8.6 批统计和合格判定

根据对一次抽样样本现场检定结果, 不符合表1要求的样本(枪)数为 d ;

当 $d \leq$ 接收数 A_c 时, 批判定合格, 但现场检定不合格的样本(枪)判定不合格;

当 $d \geq$ 拒收数 R_e 时, 批判定不合格, 现场检定合格的样本(枪)判定合格, 现场检定不合格的样本(枪)判定不合格。

9 充电设施计量性能在线评价的结果表达

根据在线计算、抽样检定等结果对充电设施进行计量性能确认, 形成充电设施计量性能在线评价报告。

在线计算分类为A类的充电设施, 计量性能确认为合格。

在线计算分类为B类的充电设施, 按照第8章进行抽样检定核查, 并按如下进行计量性能确认:

1) 对于合格的批, 批中现场检定合格的样本(枪), 计量确认为合格, 出具检定证书, 在线评价中为合格; 现场检定不合格的样本(枪), 计量确认为不合格, 出具检定结果通知书; 批中其他样本(枪)计量确认为合格, 在线评价报告中为合格。

2) 对于不合格的批, 批中现场检定合格的样本(枪), 计量确认为合格, 出具检定证书, 在线评价报告中为合格; 批中现场检定不合格的样本(枪), 计量确认为不合格, 出具检定结果通知书, 在线评价报告中为不合格。不合格批后续可采取现场检定或鉴别力更高的检验水平的抽样方案进行核查。

B类充电设施计量确认和在线评价结果表达如表5。

表5 B类充电设施的抽样检定后计量确认和结果表达

抽样现场检定		枪证书类别	计量确认	
批	枪		批确认	枪确认
批合格	合格	检定证书	合格	合格
	不合格	检定结果通知书	合格	不合格
批不合格	合格	检定证书	不合格	合格
	不合格	检定结果通知书	不合格	不合格

分类为C类的充电设施，现场检定核查后，根据检定结果进行计量确认。现场检定合格，计量确认为合格，出具检定证书，在线评价报告中为合格；现场检定不合格，计量确认为不合格，出具检定结果通知书，在线评价报告中为不合格。

分类为D类的充电设施，按照JJG 1148、JJG 1149现场检定。检定合格的出具检定证书，检定不合格的出具检定结果通知书。

10 充电设施计量性能在线评价的周期

充电设施在线计算周期一般为1个月，抽样核查周期一般为1年，计量确认及在线评价周期一般为1年。分类为D类的充电设施，检定周期按照JJG 1148、JJG 1149处理。

附录A

电动汽车充电设施在线计算数据要求清单

A.1 充电站档案

字段	必填	说明
站点编号	是	运营商自定义的唯一编码
站点名称	是	
运营商名称	是	
联系电话	是	
建设场所	否	1: 居民区 2: 公共机构 3: 企事业单位 4: 写字楼 5: 工业园区 6: 交通枢纽 7: 大型文体设施 8: 城市绿地 9: 大型建筑配建停车场 10: 路边停车位 11: 城际高速服务区 255: 其他
详细地址	是	区下面的详细地址
站点类型	否	1: 公共50: 个人100: 公交(专用) 101: 环卫(专用) 102: 物流(专用) 103: 出租车(专用) 255: 其他
投运时间	否	格式“YYYY-MM-DD”
停运日期	否	格式“YYYY-MM-DD”
运营状态	否	1: 建设中2: 运营3: 停运4: 检修

A.2 充电站总表档案

字段	必填	说明
用户编号	是	
电能表编号	是	区分电能表的唯一编码, 一般用资产编号指代
站点编号	是	
站点名称	是	
综合倍率	是	
电能表位数	是	示数位数, 采用n.d形式。n为整数部分位数, d为小数部分位数。
型号	否	
接线方式	否	
有功准确度等级	是	
无功准确度等级	是	
站内充电桩编码列表	是	描述站内在用充电桩(枪)的编号的集合。

A.3 充电设施档案

字段	必填	说明
充电设施编号	是	
站点编号	是	所属场站编号
设备类型	是	0201: 充电桩, 0202: 充电枪
设备编号	是	充电桩资产编号
设备名称	是	
制造单位	是	
出厂编号	是	
充电类型	是	1: 交流式 2: 直流式 3: 交直流一体
型号/规格	是	
准确度等级	是	

制造年份	是	
额定电压	是	单位: V
额定电流	是	单位: A
额定功率	是	单位: kW
最新修改时间	否	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”

A.4 车辆档案

字段	必填	说明
车辆识别码	是	车架号, 车辆VIN码参照GB/T 27930标准规定
车牌号	是	
车辆型号	是	
电池种类	是	三元材料电池,磷酸铁锂电池,超级电容器,钴酸锂电池,锰酸锂电池,钛酸锂电池,镍氢电池,其它类型电池
动力方式	否	
驱动电机种类	否	
电动汽车续驶里程检测方式(工况法/等速法)	否	
电动汽车续驶里程(km)	否	
额定电压	是	单位: V
总储电量	是	单位: kWh
电池包(箱)串并联方式	否	
出厂日期	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
销售日期	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
车辆用途	否	

A.5 充电过程数据

字段	必填	说明
充电订单号	是	
充电订单状态	是	1, 启动中; 2, 充电中; 3, 停止中; 4, 已结束; 5, 未知
设备ID	是	
数据时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
输出电压	是	单位: V
输出电流	是	单位: A
输出功率	是	单位: kW
累计充电电量	是	单位: kWh
累计充电时长	否	单位: 分钟
电池当前soc	否	单位: %

A.6 充电订单数据

字段	必填	说明
充电订单号	是	
设备ID	是	
在线交易记录ID	否	
数据时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
车辆识别码	是	
充电开始时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”

充电结束时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
充电时长	否	单位：分钟
总起示值	否	单位：kWh
总止示值	否	单位：kWh
总电量	是	单位：kWh
起始SOC	否	单位：%
结束SOC	否	单位：%
停止原因	是	0：用户手动停止充电；1：客户归属地运营商平台停止充电；2：BMS停止充电；3：充电机设备故障；4：连接器断开；5~99：自定义

A.7 异常事件

字段	必填	说明
设备告警ID	否	
设备ID	是	
告警编码ID	是	
数据值	是	
告警时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
故障发生次数	否	

A.8 充电站总表数据

字段	必填	说明
用户编号	是	
电能表编号	是	
站点ID	是	
数据时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
数据类型	是	0：备用、1：正向有功、2：正向无功、3：一象限无功、4：四象限无功、5：反向有功、6：反向无功、7：二象限无功、8：三象限无功
数据点标志	是	1：96点2：48点3：24点
电能示值	是	单位：kWh

A.9 车辆充电BMS数据

字段	必填	说明
车辆识别码	是	车架号，车辆VIN码参照GB/T 27930标准规定
车牌号	是	
数据时间	是	格式“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”
车端累计电能示值	是	单位：kWh
充电电压测量值	是	单位：A
充电电流测量值	是	单位：V
当前荷电状态SOC	是	单位：%
动力蓄电池温度信息	否	单位：℃

附录B

充电站不可算原因

按照6.1 进行数据分析，对于不满足分析要求的视为不可算充电站，不可算主要原因见表B.1。

表B.1 不可算主要原因

不可算原因	说明
档案问题	档案缺失、档案与实际不符、档案无法匹配等
总表数据缺失	无总表数据或总表数据缺失
订单缺失	充电设施订单数据缺失
充电站损耗过大	站内其他设备无计量用电量过大 (\geq 充电站电量的3%)

附录C

充电设施运行误差在线计算分析示例

公式 (1) 中线路损耗 E_{ll} 可推导简化为:

$$E_{ll} = \beta \left(\sum_{j=1}^m E_j \right)^2$$

其中 β 为充电站线损系数。代入公式 (1), 总表供电量计算见公式 (C.1):

$$E_y = \sum_{j=1}^m \frac{E_j}{\eta(1+\gamma_j)} + \beta \left(\sum_{j=1}^m E_j \right)^2 + E_0 + E_{in} \quad \text{(C.1)}$$

对某个充电站点, 充电设施数量为 m 台, 采集 n 个计量周期的数据, 由公式 (C.1), 得到方程组:

$$\begin{cases} E_y(1) = E_1(1) \frac{1}{\eta(1+\gamma_1)} + \dots + E_m(1) \frac{1}{\eta(1+\gamma_m)} + \beta \left(\sum_{j=1}^m E_j(1) \right)^2 + E_0 + E_{in}(1) \\ E_y(2) = E_1(2) \frac{1}{\eta(1+\gamma_1)} + \dots + E_m(2) \frac{1}{\eta(1+\gamma_m)} + \beta \left(\sum_{j=1}^m E_j(2) \right)^2 + E_0 + E_{in}(2) \quad \# \quad \text{(C.2)} \\ \vdots \\ E_y(n) = E_1(n) \frac{1}{\eta(1+\gamma_1)} + \dots + E_m(n) \frac{1}{\eta(1+\gamma_m)} + \beta \left(\sum_{j=1}^m E_j(n) \right)^2 + E_0 + E_{in}(n) \end{cases}$$

公式 (C.2) 方程组中, 总表电能实际值 $E_y(i)$ 、各充电设施 (第 i 个计量周期第 j 台) 的电能 $E_j(i)$ 和站内设备的用电量 $E_{in}(i)$ 是已知的, 共包括 n 个方程, 当 $n \geq m + 2$ 时, 可以求解出未知量 γ_j 、 η 、 β 、 E_0 。交流充电桩不涉及转换效率 ($\eta = 1$)。

示例为直流充电站, 具体数据如表C.1:

表C.1 直流充电站和充电设施运营数据

数据点	第一周期	第二周期	第三周期	第四周期	第五周期
总表供电量 E_y/kWh	32.16	65.86	48.94	12.83	35.92
站内用电 E_{in}/kWh	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2
充电设施1#显示值 E_1/kWh	9.9	14.85	14.93	4.95	10.12
充电设施2#显示值 E_2/kWh	0	12.5	15.15	5.15	8.69
充电设施3#显示值 E_3/kWh	13.88	14.96	3.45	0	7.17

将总表供电量、站内用电量、充电设施显示值代入到公式 (C.2) 方程中, 得到:

$$\left\{ \begin{array}{l} 32.16 = \frac{9.9}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{0}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{13.88}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta(9.9+0+13.88)^2 + E_0 + 0.1 \\ 65.86 = \frac{14.85}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{12.5}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{14.96}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta(14.85+12.5+14.96)^2 + E_0 + 0.3 \\ 48.94 = \frac{14.93}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{15.15}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{3.45}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta(14.93+15.15+3.45)^2 + E_0 + 0.2 \\ 12.83 = \frac{4.95}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{5.15}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{0}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta(4.95+5.15+0)^2 + E_0 + 0.3 \\ 35.92 = \frac{10.12}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{8.69}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{7.17}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta(10.12+8.69+7.17)^2 + E_0 + 0.2 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 32.06 = \frac{9.9}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{0}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{13.88}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta \times 565.49 + E_0 \\ 65.56 = 14 \frac{14.85}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{12.5}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{14.96}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta \times 1790.14 + E_0 \\ 48.74 = \frac{14.93}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{15.15}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{3.45}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta \times 904.81 + E_0 \\ 12.53 = \frac{4.95}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{5.15}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{0}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta \times 102.01 + E_0 \\ 35.72 = \frac{10.12}{\eta(1+\gamma_1)} + \frac{8.69}{\eta(1+\gamma_2)} + \frac{7.17}{\eta(1+\gamma_3)} + \beta \times 674.96 + E_0 \end{array} \right.$$

利用岭回归求解得到:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{\eta(1+\gamma_1)} = 1.049 \\ \frac{1}{\eta(1+\gamma_2)} = 1.075 \\ \frac{1}{\eta(1+\gamma_3)} = 1.064 \\ \beta = 0.011 \\ E_0 = 0.582 \\ \gamma_1 = \left(\frac{1}{1.049 \times \eta} - 1 \right) \times 100\% = 1.4\% \\ \gamma_2 = \left(\frac{1}{1.075 \times \eta} - 1 \right) \times 100\% = -1.0\% \\ \gamma_3 = \left(\frac{1}{1.064 \times \eta} - 1 \right) \times 100\% = 0.0\% \end{array} \right.$$

$$\eta \approx \frac{\frac{1}{1.049} + \frac{1}{1.075} + \frac{1}{1.064}}{3} = 0.94$$

综上所述, 通过充电设施运行误差在线计算方法求解可得到充电设施运行误差。

附录D

误差不确定度的评定示例

D.1 误差测量方法

充电设施（枪）的运行误差按第7章采用能量守恒定律计算得出。

D.2 不确定度分量

分析充电桩运行误差计算过程，可知充电桩计量性能在线计算算法的不确定度来源主要有以下几项：

(1) 算法重复性引入的不确定度分量 $u(x_1)$

被校充电设施（枪）测量结果分散性引入的不确定度分量 $u(A)$ ，主要包括由于时钟偏差、数据波动、数据截断引起的量化误差等因素产生的影响。这些随机量是均值为0的随机波动量，可以统一利用重采样方法，用A类方法进行评定不确定度分量。

(2) 由现场检定引入的不确定度分量 $u(x_2)$

根据充电设施现行检定规程JJG 1148和JJG 1149完成现场检定，对选取的充电桩进行两次检定，取两次检定结果的平均值作为现场检定误差，其误差不确定度会在衡量算法计算结果时传递给各充电桩，用B类方法进行评定不确定度分量。

(3) 由现场检定误差值和算法计算误差值的偏差引入的不确定度分量 $u(x_3)$

利用现场检定结果和该算法计算误差值的偏差水平衡量该算法能力，根据偏差统计规律得出其不确定度，用A类方法进行评定不确定度分量。

D.3 各标准不确定度评定

D.3.1 算法重复性引入的不确定度 $u(x_1)$ 的评定

对被校充电桩重复性计算的数据，采用公式D.1、D.2、D.3计算和统计分析，算出的实验标准偏差作为标准不确定度分量 $u(x_1)$ ，呈正态分布。

以某次充电桩误差计算为例，对被测充电桩根据窗长为30天，步长为15天进行多次独立误差滑窗计算。

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}}{m} \# \quad (\text{D.1})$$

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{m_i - 1} \sum_{j=1}^{m_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2} \# \quad (\text{D.2})$$

$$u(x_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{n}} \# \quad (\text{D.3})$$

其中 γ_{ij} 为第i个充电桩的第j个计算误差值； $\bar{\gamma}_i$ 为第i个充电桩的计算误差均值； S_i 为第i个充电桩的标准偏差； m_i 为计算得到的第i个充电桩的估计相对误差个数； n 为本次评定所采用的充电桩数量。

测量结果的标准不确定度为 $u_c(x_1) = 0.119\%$ 。

D.3.2 由现场检定引入的不确定度分量 $u(x_2)$

根据充电桩现行检定规程完成现场检定，对选取的充电桩进行两次检定。现场检定结果不确定度主要由标准溯源、充电桩示值位数和测量重复性引入的组成。

D.3.2.1 标准溯源引入的标准不确定度 $u(x_{21})$

0.05级充电桩检定装置经检定合格并出具检定证书，因标准溯源引入的标准不确定度可直接由证书中得到。

$$u(x_{21}) = \frac{0.05\%}{\sqrt{3}} = 0.029\% \# \quad (\text{D.4})$$

D.3.2.2 充电桩示值位数引入的标准不确定度 $u(x_{22})$

充电桩示值最小单位为0.01kWh，现场检定所设定的电能值为2.5kWh,进行两次测量。根据充电桩示值服从均匀分布，其标准不确定度为：

$$u(x_{22}) = \frac{0.01}{\sqrt{3} \times 2 \times 2.5 \times \sqrt{2}} \times 100\% = 0.082\% \# \quad (\text{D.5})$$

D.3.2.3 测量的重复性分布引入的标准不确定度 $u(x_{23})$

根据现场检定结果的分布规律，认为充电桩的单个检定误差值 e 为正态分布，即 $e \sim N(0, \sigma)$ 。令两次检定误差值分别为 e_1 和 e_2 ，取两次检定结果的平均值 \bar{e} 作为现场检定误差，则两次相互独立的检定误差值的差值为 $\Delta e = e_1 - e_2$ ， Δe 服从 $N(0, \sqrt{2}\sigma)$ 。

以某次所选站点充电桩的多组 Δe ，做统计，可以计算出：

$$\sqrt{2}\sigma = 0.364\% \# \quad (\text{D.6})$$

故测量的重复性分布引入的标准不确定度为：

$$u(x_{23}) = \sigma = 0.258\% \# \quad (\text{D.7})$$

综上所述，由现场检定引入的标准不确定度分量为：

$$\begin{aligned} u(x_2) &= \sqrt{u(x_{21})^2 + u(x_{22})^2 + u(x_{23})^2} \\ &= \sqrt{(0.029\%)^2 + (0.082\%)^2 + (0.258\%)^2} \# \quad (\text{D.8}) \\ &= 0.272\% \end{aligned}$$

D.3.3 由现场检定误差值和算法计算误差值的偏差引入的不确定度分量 $u(x_3)$

统计现场检定误差值和算法计算误差值的偏差分布，可得出在置信概率为95%下偏差分布上界为 $B_u = 0.820\%$ ，下界为 $B_l = -1.390\%$ ，故偏差引入的标准不确定度为

$$u(x_3) = \frac{\max(|B_u|, |B_l|)}{k} = \frac{1.390\%}{2} = 0.695\% \# \quad (\text{D.9})$$

D.4 合成标准不确定度

根据上述分析，各标准不确定度完全不相关，彼此独立，相关系数为零；不确定度传递系数均为1，故合成标准不确定度计算为：

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2 + u(x_3)^2} \\ &= \sqrt{(0.119\%)^2 + (0.272\%)^2 + (0.695\%)^2} \# \quad (\text{D.10}) \\ &= 0.756\% \end{aligned}$$

D.5 扩展不确定度

取置信概率为 $P = 95\%$ ，包含因子 $k=2$ ，则运行误差扩展不确定度为

$$U = ku_c = 2 \times 0.756\% = 1.5\% \# \quad (\text{D.11})$$

D.6 不确定度的表述

运行误差在线计算方法的不确定度为： $U = 1.5\%$, $k = 2$ 。
